

BEST AVAILABLE COPY

03113DE-6/12

11. Juni 2003

Patentansprüche

1. Werdokument (1) mit mindestens einem Sicherheitselement (6), das in einem Markierungsbereich (4) eine auf einem Trägerkörper (2) aufgebrachte, elektrolumineszierende Pigmente (10) umfassende Markierungsschicht (8) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrolumineszierenden Pigmente (10) jeweils einen aus elektrolumineszierendem Material gebildeten Pigmentkern (20) umfassen, der von einer optisch aktiven Beschichtung (24) umgeben ist.
2. Werdokument (1) nach Anspruch 1, bei dem die Beschichtung (24) mindestens zwei Lagen (26, 28, 30) mit einem unterschiedlichen Brechungsindex aufweist.
3. Werdokument (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Pigmente (10) eine mittlere Pigmentgröße von etwa 1 μm bis 50 μm , vorzugsweise von etwa 3 μm bis 8 μm , aufweisen.
4. Werdokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das den jeweiligen Pigmentkern (20) bildende elektrolumineszierende Material eine kubische Kristallstruktur aufweist.
5. Werdokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das den jeweiligen Pigmentkern (20) bildende elektrolumineszierende Material aus einer II-VI-Verbindung, vorzugsweise aus (co-)dotiertem ZnS, ZnSe, SrS, CaS oder CdS, besteht.

- 1 6. Wertenokument (1) nach Anspruch 5, bei dem die Dotierung als Aktivator Cu
2 und/oder Au und/oder Mn und als Koaktivator Halogenidionen oder 3-wertige
3 Kationen umfasst.
- 4
- 5 7. Wertenokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem zumindest eine
6 Lage (26, 28, 30) der Beschichtung (24) aus anorganischem Material, vor-
7 zugsweise aus Oxiden, Nitriden, Oxysulfiden, Sulfiden von Metallen bzw.
8 Halbmetallen oder solchen, welche mit Metallen oder Halbmetallen (co-)dotiert
9 sind, gebildet ist.
- 10
- 11 8. Wertenokument (1) nach Anspruch 7, bei dem als anorganisches Material SiO_2 ,
12 SiO , TiO_2 , NiO , Ni_2O_3 , CoO , Co_2O_3 , Y_2O_3 oder ZrO_2 vorgesehen ist.
- 13
- 14 9. Wertenokument (1) nach Anspruch 7, bei dem das anorganische Material ein
15 Metall, vorzugsweise Fe und/oder Co und/oder Ni und/oder Cr und/oder Mo
16 und/oder W und/oder V und/oder Nb, umfasst.
- 17
- 18 10. Wertenokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Beschich-
19 tung (24) die Oberfläche des jeweiligen Pigmentkerns (20) lediglich teilweise
20 bedeckt.
- 21
- 22 11. Wertenokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Beschich-
23 tung (24) hinsichtlich der Brechungsindices einzelner Lagen (26, 28, 30) derart
24 gewählt und/oder die Beschichtungsdicke derart dimensioniert ist, dass die
25 spektrale Transmission der Beschichtung (24) bei einer vorgegebenen Wel-
26 lenlänge ein Maximum aufweist.
- 27
- 28 12. Elektrolumineszierendes Pigment (10), insbesondere zur Verwendung in ei-
29 nem Wertenokument (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem aus
30 elektrolumineszierendem Material gebildeten Pigmentkern (20), der von einer
31 Beschichtung (24) mit nichtlinearem Transmissions - und/oder Absorptionsver-
32 halten umgeben ist.
- 33

- 1 13. Verfahren zur Herstellung eines Werdokuments (1) nach einem der Ansprü-
2 che 1 bis 11, bei dem zur Herstellung der Markierungsschicht (8) ein Harz (32)
3 auf den Trägerkörper (2) aufgebracht und erweicht wird, wobei im erweichten
4 Zustand des Harzes (32) Pigmentkerne (20) derart aufgebracht werden, dass
5 die Pigmentkerne (20) zumindest teilweise in das Harz (32) einsinken, so dass
6 lediglich ein Teil der Oberfläche der Pigmentkerne (20) aus dem Harz (32)
7 herauschaut, und wobei anschließend mittels Physical Vapor Deposition
8 (PVD) und/oder Chemical Vapor Deposition (CVD) die Beschichtung (24) auf-
9 gebracht wird.
- 10
- 11 14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem ein Harz (32) auf Acrylatbasis verwen-
12 det wird.
- 13
- 14 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei dem die Pigmentkerne (20) über ein
15 Sieb auf das Harz (32) aufgestreut werden.
- 16
- 17 16. Verfahren zur Herstellung eines Werdokuments (1) nach einem der Ansprü-
18 che 1 bis 11, bei dem die Markierungsschicht (8) mittels eines Druckverfah-
19 rens, vorzugsweise mittels Siebdruck, Stichtiefdruck, Offsetdruck, Letter-
20 setdruck oder eines Transferverfahrens auf den Trägerkörper (2) aufgebracht
21 wird.
- 22
- 23 17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem beim Aufbringen der Markierungs-
24 schicht (8) eine Druckfarbe verwendet wird, in der zusätzlich zu den elektro-
25 lumineszierenden Pigmenten (10) ein Löse- und/oder Bindemittel enthalten
26 ist.
- 27
- 28 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, bei dem die Druckfarbe einen Pigment-
29 anteil von insgesamt weniger als 30%, vorzugsweise von weniger als 25%,
30 enthält.
- 31
- 32 19. Verfahren zur Herstellung von elektrolumineszierenden Pigmenten (10) nach
33 Anspruch 12, bei dem die Pigmentkerne (20) mittels Physical Vapor Deposi-

tion (PVD) und/oder Chemical Vapor Deposition (CVD) und/oder Plasmaverfahren und/oder eines Sol-Gel-Prozesses und/oder Aufpolymerisierens und/oder elektrochemischer/galvanischer Beschichtung und/oder Wirbelschichtverfahren und/oder mittels Selbstanordnung (self-assembling) und/oder Hybridisierung mit der Beschichtung (24) versehen werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem die Pigmentkerne (20) nach ihrer Beschichtung (24) einem Mahlvorgang derart unterzogen werden, dass ein Teil der Beschichtung (24) jeweils weggebrochen wird, so dass anschließend höchstens ein Teil der Oberfläche des jeweiligen Pigmentkerns (20) mit der Beschichtung (24) bedeckt ist.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem der Mahlvorgang in einer Kugelmühle durchgeführt wird, wobei vor Beginn oder während des Mahlens ein Mahlhilfsmittel zugeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem als Mahlhilfsmittel Acetylcholin und/oder Öl und/oder eine wässrige Suspension verwendet wird.

23. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem der Mahlvorgang bei einer Farbherstellung in einem Dreiwalzenfarbstuhl durchgeführt wird, wobei die beschichteten Pigmente (10) Bestandteil der Farbe sind.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem als weitere Bestandteile der Farbe Farbbinder und Farbpigmente vorgesehen sind.

25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, bei dem der Abstand der Oberflächen der Walzen des Dreiwalzenfarbstuhls auf einen Wert von maximal dem mittleren Durchmesser der Pigmente (10) eingestellt wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, bei dem der Mahlvorgang für maximal 2 Stunden durchgeführt wird.

Beschreibung

Wertdokument mit einem Sicherheitselement und Verfahren zur Herstellung des Wertdokuments

Die Erfindung bezieht sich auf ein Wertdokument mit mindestens einem Sicherheitselement, das in einem Markierungsbereich eine auf einem Trägerkörper aufgebrachte, elektrolumineszierende Pigmente umfassende Markierungsschicht umfasst. Sie betrifft weiter ein zur Verwendung in einem derartigen Wertdokument geeignetes elektrolumineszierendes Pigment, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wertdokuments und ein Verfahren zur Herstellung derartiger elektrolumineszierender Pigmente.

Zum Schutz vor Fälschungen oder Nachahmungen werden Wert- oder Sicherheitsdokumente, wie beispielsweise Banknoten, Ausweiskarten oder Chipkarten, mit so genannten Sicherheitsmerkmalen oder Sicherheitselementen versehen, die beispielsweise bei papierförmigen Wertdokumenten unter anderem eine Nachahmung durch Anfertigung von Farbkopien sicher ausschließen sollen. Die Sicherheitselemente können dabei insbesondere als optisch variable Elemente, wie beispielsweise Hologramme oder Interferenzschichtelemente, ausgestaltet sein, die beim Betrachten abhängig vom Betrachtungswinkel unterschiedliche Farbeindrücke vermitteln, beim Kopiervorgang aber nicht auf die Kopie mitübertragen werden. Derartige Sicherheitselemente sind jedoch nicht oder nur schwer maschinell auslesbar oder auswertbar, so dass eine automatisierte Sicherheitsüberprüfung der jeweiligen Wertdokumente nur bedingt und mit hohem technischen Aufwand möglich ist.

Aus der DE 197 08 543 ist jedoch ein Wertdokument bekannt, das sich in besonderem Maße auch für eine automatisierte Auswertung seiner Sicherheitselemente eignet. Dazu weist das Wertdokument als Sicherheitselement in einem Markierungsbereich eine auf einem Trägerkörper, beispielsweise dem Banknotenpapier,

1 aufgebrachte Markierungsschicht auf, die mit elektrolumineszierenden Pigmenten
2 versetzt ist. Bei der Überprüfung oder Authentifizierung dieses Sicherheitsele-
3 ments wird die die elektrolumineszierenden Pigmente enthaltende Markierungs-
4 schicht berührungslos über ein entsprechend ausgestaltetes Prüfgerät mit einem
5 elektrischen Wechselfeld beaufschlagt. Das elektrische Wechselfeld regt die in
6 der Markierungsschicht enthaltenen elektrolumineszierenden Pigmente ihrerseits
7 zur Aussendung elektromagnetischer Strahlung an, die unmittelbar oder mittelbar
8 in einem geeigneten Empfänger registriert werden kann. Insbesondere in Kombi-
9 nation mit dem entsprechenden Prüfgerät ist das solchermaßen ausgestattete
10 Wertdokument somit in besonderem Maße für eine automatisierte und somit be-
11 sonders zuverlässige Auswertung mit nur begrenztem technischen Aufwand be-
12 sonders geeignet.

13
14 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Wertdokument der oben genannten
15 Art anzugeben, das einen besonders hohen Sicherheitsstandard aufweist. Zudem
16 sollen ein zur Verwendung in einem derartigen Wertdokument geeignetes elek-
17 trolumineszierendes Pigment, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen
18 Wertdokuments und ein Verfahren zur Herstellung derartiger Pigmente angege-
19 ben werden.

20
21 Bezüglich des Wertdokuments wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch ge-
22 löst, dass die elektrolumineszierenden Pigmente jeweils einen aus elektrolumi-
23 neszierendem Material gebildeten Pigmentkern umfassen, der von einer optisch
24 aktiven Beschichtung umgeben ist.

25
26 Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass das Wertdokument für
27 einen besonders hohen Sicherheitsstandard mit elektrolumineszierenden Pig-
28 menten ausgerüstet sein sollte.

29
30 Bei der Auswertung von durch elektrolumineszierende Pigmente emittierter
31 Strahlung ist üblicherweise eine Abstimmung des Empfängerteils des eingesetz-
32 ten Prüfgeräts auf das Emissionsspektrum der elektrolumineszierenden Pigmente

1 vorgesehen. Beim gezielten Einsatz von elektrolumineszierenden Pigmenten mit
2 voneinander unterscheidbaren Spektren ist es somit möglich, die charakteristische
3 Signatur des Sicherheitsmerkmals besonders prägnant zu gestalten und somit die
4 Qualität der Authentifizierung zu verbessern. Im Sinne einer Echtheitserkennung
5 kann dabei auch vorgesehen sein, zur Ermittlung eines Grads der Übereinstim-
6 mung ein bei der Prüfung empfangenes Spektrum mit einem erwarteten Spektrum
7 zu vergleichen. Dabei ist eine um so höhere Genauigkeit bei der Auswertung und
8 somit einer um so höhere Sicherungsfunktion des jeweiligen Sicherheitsmerkmals
9 für das Wertdokument erreichbar, je spezifischer das von den elektrolumineszie-
10 renden Pigmenten emittierte Spektrum eingestellt werden kann, wobei ein eher
11 scharf definiertes Spektrum eine höhere Selektivität und Nachweisgenauigkeit
12 erlaubt als ein eher breitbandiges Spektrum. Demgegenüber sind die Emissions-
13 spektren bekannter elektrolumineszierender Pigmente jedoch vergleichsweise
14 breitbandig und über die Einstellung geeigneter Dotierungen nur auf eine be-
15 grenzte Anzahl eindeutig voneinander unterscheidbarer Spektren ausbaubar.

16
17 Das Wertdokument sollte für einen besonders hohen Sicherheitsstandard mit
18 elektrolumineszierenden Pigmenten ausgerüstet sein, die in besonderem Maße
19 für die Emission eines charakteristischen, selektiv identifizierbaren Spektrums
20 ausgelegt sind. Ein derartiges selektiv identifizierbares Spektrum sollte insbeson-
21 dere eine vergleichsweise geringe Bandbreite aufweisen, so dass bei einer wel-
22 lenlängensensitiven Auswertung eine besonders zuverlässige Zuordnung emit-
23 tierter Signale zu individuellen Pigmentgruppen oder -sorten möglich ist. Eine
24 Echtheitserkennung kann dabei nämlich insbesondere vom Vorhandensein spezi-
25 fischer Pigmentgruppen oder -sorten abhängig gemacht werden. Für eine ver-
26 gleichsweise geringe Bandbreite des emittierten Spektrums ist eine Beschichtung
27 der elektrolumineszierenden Pigmentkerne derart vorgesehen, dass wellenlän-
28 genabhängig eine teilweise "Filterung" des eigentlich vom elektrolumineszieren-
29 den Material emittierten Spektrums erfolgt. Die Beschichtung ist dazu als eine op-
30 tisch aktive Beschichtung ausgelegt. Dabei erfolgt beispielsweise bei einer einla-
31 gigen Beschichtung eine wellenlängenselektive Transmission durch die Verwen-

1 dung einer nichtlinear absorbierenden Beschichtung. Bei einer derartigen nichtli-
2 near absorbierenden Beschichtung können beispielsweise durch eine gezielte
3 Dotierung der Beschichtung z.B. mit Metallionen (Fe^{3+} , Co^{3+} , Ni^{3+}) geeignete
4 energetische Niveaus im Kristallgitter der Beschichtung erzeugt sein, die bei aus-
5 reichender Lichtintensität anregbar sind und somit die Nichtlinearität bewirken. Die
6 Beschichtung kann dabei derart ausgelegt sein, dass Teile des Emissionsspek-
7 trums definiert unterdrückt werden.

8
9 Besonders vorteilhafte optische Eigenschaften sind zweckmäßigerweise erreich-
10 bar durch eine gezielte Nutzung von Interferenzeffekten, durch die das emittierte
11 Spektrum in einzelnen Wellenlängen oder Wellenlängenbereichen gezielt unter-
12 drückt oder abgeschwächt werden kann. Eine Nutzung derartiger Interferenzef-
13 fekte ist realisiert durch eine Beschichtung der elektrolumineszierenden Pigment-
14 kerne, die vorzugsweise mindestens zwei Lagen aufweist, die sich in ihrem Bre-
15 chungsindex voneinander unterscheiden.

16
17 Grundsätzlich ist die Beschichtung von Pigmenten mit Folgen dünner Schichten
18 mit variierendem Brechungsindex bekannt aus der EP 1 138 743 A1 oder aus der
19 EP 0 852 977 A1. Die dort offenbarten Konzepte sind allerdings auf die Be-
20 schichtung magnetischer Pigmentkerne ausgerichtet, wobei die Beschichtungen
21 einen erhöhten Brechungsindex und damit eine hohe Reflektivität und eine helle
22 Farbe der Pigmente sicherstellen sollen. Die in diesen Druckschriften beschriebe-
23 nen Methoden zur Aufbringung der Beschichtungen auf die Pigmentkerne können
24 auch beim nun vorliegenden Konzept zur Anwendung kommen.

25
26 Vorteilhafterweise ist das Werdokument für eine Aufbringung des Sicherheits-
27 elements mit einem drucktechnischen Verfahren, vorzugsweise mittels Siebdruck,
28 Stichtiefdruck, Offsetdruck, Lettersetdruck oder einem Transferverfahren auf den
29 Trägerkörper geeignet. Dazu weisen die Pigmente zweckmäßigerweise eine mitt-
30 lere Pigmentgröße von etwa 1 μm bis 50 μm , vorzugsweise von etwa 3 μm bis 8
31 μm auf, so dass sie insbesondere zur Anwendung in einem Sicherheitsdruckver-
32 fahren geeignet sind.

1
2 Besonders feinkörnige Pigmente, die demzufolge in besonderem Maße für die
3 Verwendung in einem drucktechnischen Verfahren geeignet sind, sind erhältlich,
4 indem das den jeweiligen Pigmentkern bildende elektrolumineszierende Material
5 vorteilhafterweise eine bevorzugt kubische Kristallstruktur aufweist.

6
7 Das den jeweiligen Pigmentkern bildende elektrolumineszierende Material besteht
8 zweckmäßigerweise aus einer II-VI-Verbindung, vorteilhafterweise aus (co-)do-
9 tiertem ZnS, ZnSe, SrS, CaS oder CdS, wobei in weiterer vorteilhafter Ausgestal-
10 tung die Dotierung als Aktivator Cu und/oder Au und/oder Mn und als Aktivator
11 Halogenidionen oder 3-wertige Kationen umfasst. Alternative oder zusätzliche
12 vorteilhafte Dotierungen können Ag, Fe, Co, Ni und/oder Seltene Erden, wie ins-
13 besondere Tm, Tb, Dy, Gd, Yb, Sm, Eu, umfassen.

14
15 Die den Pigmentkern in der Art einer Mikroverkapselung umgebende Beschich-
16 tung weist vorteilhafterweise zumindest eine Lage aus anorganischem Material,
17 vorzugsweise aus Oxiden, Nitriden, Oxysulfiden, Sulfiden von Metallen bzw.
18 Halbmetallen, welche ggf. mit Metallen oder Halbmetallen (co-)dotiert sind, auf.
19 Dabei ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung als anorganisches Material SiO₂,
20 SiO, TiO₂, NiO, Ni₂O₃, CoO, Co₂O₃, Y₂O₃ oder ZrO₂ vorgesehen. In alternativer
21 oder zusätzlicher vorteilhafter Ausgestaltung umfasst das anorganische Material
22 ein Metall, vorzugsweise Fe und/oder Co und/oder Ni und/oder Cr und/oder Mo
23 und/oder W und/oder V und/oder Nb.

24
25 Abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit der Beschichtung könnte die Verkapselung der Pigmentkerne durch die Beschichtung in der Art eines Faradayschen Käfigs dazu führen, dass der Pigmentkern vollständig von extern aufgeprägten elektrischen Feldern abgeschirmt ist. Dies würde die Anregung des Pigmentkerns durch das elektrische Feld, insbesondere das elektrische Wechselfeld, bei der Authentifizierung des Wertdokuments erschweren oder vollständig unmöglich machen. Daher bedeckt in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung die Beschichtung die Oberfläche des jeweiligen Pigmentkerns lediglich teilweise.

Vorteilhafterweise ist die Beschichtung dazu ausgelegt, das Emissionsspektrum des jeweiligen Pigmentkerns in besonderem Maße zu profilieren und für eine besonders charakteristische Signatur zu modifizieren. Um in diesem Sinne ein Emissionsspektrum des Pigments mit vergleichsweise geringer Bandbreite bereitzustellen, ist die Beschichtung in besonders vorteilhafter Ausgestaltung hinsichtlich der Brechungsindices ihrer Lagen derart gewählt und/oder in ihrer Beschichtungsstärke derart dimensioniert, dass die spektrale Transmission der Beschichtung bei einer vorgegebenen Wellenlänge, vorzugsweise einer Wellenlänge, bei der das natürliche Emissionsspektrum des elektrolumineszierenden Materials besonderes ausgeprägt ist, ein Maximum aufweist. Dabei werden die Materialparameter Brechungsindex und/oder Schichtdicke gezielt derart vorgegeben, dass aufgrund der Nutzung der Interferenzeffekte in der Beschichtung die gewünschte Fokussierung des Emissionsspektrums der Pigmente eintritt. Durch entsprechende Vorgaben kann die Beschichtung beispielsweise in der Art eines Bandfilters oder in der Art eines oberen oder unteren Kantenfilters wirken, und Maxima können verschoben werden oder zusätzliche Maxima können im Emissionsspektrum erzeugt werden.

Bezüglich des elektrolumineszierenden Pigments wird die genannte Aufgabe gelöst, indem ein aus elektrolumineszierendem Material gebildeter Pigmentkern von einer Beschichtung mit nichtlinearem Transmissions- und/oder Absorptionsverhalten umgeben ist. Besonders vorteilhafte Weiterbildungen des elektrolumineszierenden Pigments und der Beschichtung entsprechen den für das Wertdokument vorgesehenen Ausgestaltungen.

Ein derartiges elektrolumineszierendes Pigment kann vorzugsweise auch in einer lumineszierenden Vorrichtung als lichtemittierender Bestandteil von Leuchtdioden, Displays oder Hintergrundbeleuchtungen verwendet werden. Durch die Beschichtung wird das elektrolumineszierende Pigment zweckmäßigerweise vor Umwelteinflüssen, insbesondere vor Wasserdampfmigration, geschützt.

Zur Lösung der auf das Verfahren zur Herstellung des Wertdokuments gerichteten Aufgabe werden zwei Varianten vorgeschlagen, die einzeln oder auch in Kombination miteinander zur Anwendung kommen können. In einer ersten Variante wird zur Herstellung der Markierungsschicht ein Harz auf den Trägerkörper aufgebracht und erweicht, wobei im erweichten Zustand des Harzes Pigmentkerne derart aufgebracht werden, dass die Pigmentkerne zumindest teilweise in das Harz einsinken, so dass lediglich ein Teil der Oberfläche der Pigmentkerne aus dem Harz herausschaut, wobei anschließend mittels Physical Vapor Deposition (PVD) und/oder Chemical Vapor Deposition (CVD) die Beschichtung aufgebracht wird. Damit wird sichergestellt, dass bei der Beschichtung der Pigmentkerne lediglich ein Teil von deren Oberfläche mit der Beschichtung versehen wird, so dass eine Abschirmung der Pigmentkerne gegenüber dem anregenden elektrischen Feld infolge einer sie durchgängig umschließenden Oberflächenbeschichtung sicher ausgeschlossen ist.

Dabei wird vorteilhafterweise ein Harz auf Acrylatbasis verwendet, wobei in alternativer oder zusätzlicher vorteilhafter Weiterbildung die Pigmentkerne über ein Sieb auf das Harz aufgestreut werden. Die Verwendung des Siebs ermöglicht dabei auf besonders einfache Weise eine hohe Homogenität und Gleichverteilung der Pigmentkerne über die Oberfläche.

In einer zweiten Variante wird die Markierungsschicht mittels eines Druckverfahrens, vorzugsweise mittels Siebdruck, Stichtiefdruck, Offsetdruck, Lettersetdruck oder einem Transferdruckverfahren auf den Trägerkörper aufgebracht. Ein derartiges Verfahren eignet sich in besonders günstigem Maße für die Herstellung großer Stückzahlen mit vergleichsweise einfachen Mitteln.

Dabei wird in vorteilhafter Weise beim Aufbringen der Markierungsschicht eine Druckfarbe verwendet, in der zusätzlich zu den elektrolumineszierenden Pigmenten ein Löse- und/oder ein Bindemittel enthalten sind. Zweckmäßigerweise ist die Druckfarbe hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und hinsichtlich ihrer Bestandteile für eine besonders günstige Verwendbarkeit in einem Druckprozess ausgelegt.

1 Dazu enthält die Druckfarbe vorteilhafterweise einen Pigmentanteil von weniger
2 als 30%, vorteilhafterweise von weniger als 25%.

3
4 Bezüglich des Verfahrens zur Herstellung von für den Einsatz im Wertdokument
5 besonders geeigneten elektrolumineszierenden Pigmenten wird die genannte
6 Aufgabe gelöst, indem Pigmentkerne mittels Physical Vapor Deposition (PVD),
7 Chemical Vapor Deposition (CVD) und/oder Plasmaverfahrens und/oder eines
8 Sol-Gel-Prozesses und/oder Aufpolymerisierens und/oder elektrochemi-
9 scher/galvanischer Beschichtung und/oder Wirbelschichtverfahren und/oder mit-
10 tels Selbstanordnung (self-assembling) und/oder Hybridisierung mit der Be-
11 schichtung versehen werden. Um dabei zur Vermeidung einer Abschirmung des
12 Pigmentkerns vom aufgeprägten elektrischen Feld sicherzustellen, dass die Be-
13 schichtung den Pigmentkern lediglich teilweise umschließt, werden die Pigment-
14 kerne vorteilhafterweise nach ihrer Beschichtung einem Mahlvorgang derart un-
15 terzogen, dass ein Teil der Beschichtung jeweils weggebrochen wird, so dass an-
16 schließend höchstens ein Teil der Oberfläche des jeweiligen Pigmentkerns mit der
17 Beschichtung bedeckt ist.

18
19 Der Mahlvorgang wird dabei zweckmäßigerweise in einer Kugelmühle durchge-
20 führt, wobei vor Beginn oder während des Mahlens ein Mahlhilfsmittel zugeführt
21 wird. Als Mahlhilfsmittel ist dabei besonders geeignet Acetylcholin und/oder Öl
22 und/oder eine wässrige Suspension.

23
24 Für einen besonders geringen Herstellungsaufwand kann der Mahlvorgang vor-
25 teilhafterweise in die Farbherstellung integriert sein. Dazu wird der Mahlvorgang
26 vorteilhafterweise bei einer Farbherstellung in einem Dreiwalzenfarbstuhl durch-
27 geführt, wobei die beschichteten Pigmente Bestandteil der Farbe sind. Als wei-
28 tere Bestandteile der Farbe sind dabei vorteilhafterweise Farbbinder und Farb-
29 pigmente vorgesehen. Um die gewünschte vergleichsweise feinkörnige Struktur
30 der Pigmente sicherzustellen, wird der Abstand der Oberflächen der Walzen des
31 Dreiwalzenfarbstuhls vorteilhafterweise auf einen Wert von maximal dem mittleren
32 Durchmesser der Pigmente eingestellt.

Der Mahlvorgang wird in vorteilhafter Ausgestaltung für maximal zwei Stunden durchgeführt, so dass sichergestellt ist, dass die Beschichtung nicht vollständig von den Pigmentkernen wieder entfernt wird.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch eine optisch aktive Beschichtung der Pigmentkerne eine wellenlängenselektive Transmission erfolgt. Diese wird beispielsweise bei einer einlagigen Beschichtung mittels einer nichtlinear absorbierenden Beschichtung durch eine gezielte Dotierung z.B. mit Metallionen (Fe^{3+} , Co^{3+} , Ni^{3+}) erreicht. Ferner kann durch eine mehrlagige Beschichtung der Pigmentkerne, bei der zwei, drei oder auch mehr Beschichtungslagen mit ganz oder teilweise unterschiedlichen Brechungsindices vorgesehen sein können, aufgrund von Interferenzeffekten eine gezielte Modifikation des von den elektrolumineszierenden Pigmentkernen emittierten Spektrums ermöglicht werden. Dieses Spektrum kann dabei insbesondere vergleichsweise schmalbandig gestaltet werden, so dass eine besonders charakteristische Signatur des Emissionsspektrums erreichbar ist. Es ist damit möglich, durch eine geeignete Materialwahl für den elektrolumineszierenden Pigmentkern in Kombination mit der Vorgabe geeignet gewählter Beschichtungsparameter, also insbesondere geeignet gewählter Brechungsindices und Schichtdicken für die Beschichtungslagen, voneinander anhand ihres Emissionsspektrums unterscheidbare Pigmentgruppen oder -sorten vorzugeben, so dass hinsichtlich ihrer charakteristischen Emissionswellenlänge voneinander unterscheidbare Sicherheitsmerkmale bereitstellbar sind. Durch die damit erreichbare hohe Flexibilität bei den Emissionseigenschaften in den Sicherheitsmerkmalen ist ein besonders hoher Sicherheitsstandard im jeweiligen Sicherheitsdokument erreichbar. Die Möglichkeit der gezielten Nutzung der Eigenschaften der Beschichtung von Pigmenten wird somit nunmehr für eine für die maschinelle Verifizierung von Wert- und Sicherheitsdokumente wichtige Pigmentklasse erschlossen.

Darüber hinaus ist in besonders günstiger Weise auch eine lokale Verstärkung des anregenden elektrischen Feldes erreichbar, wenn die Beschichtung zumin-

dest in einer der Lagen eine gewisse elektrische Leitfähigkeit aufweist. Die jeweilige Beschichtungslage wirkt dann nämlich in der Art einer lokalen, in unmittelbarer räumlicher Nähe des elektrolumineszierenden Materials befindlichen "floatenden" Elektrode, die eine Komprimierung und Fokussierung des berührungslos von außen aufgetragenen elektrischen Feldes im unmittelbaren Umgebungsbereich des elektrolumineszierenden Materials bewirkt. Dadurch kann auch bei vergleichsweise geringer extern aufgeprägter Feldstärke lokal das Anregungsfeld des elektrolumineszierenden Materials überschritten werden, so dass mit vergleichsweise geringen extern ausgeprägten Feldstärken eine zuverlässige Anregung der Lumineszenz ermöglicht ist. Gerade durch die besonders vorteilhafte Kombination dieser Effekte ist somit sowohl ein besonders prägnantes, schmalbandiges Spektrum erzeugbar als auch bei der Auswertung die Verwendung vergleichsweise geringer Prüffeldstärken möglich.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Werdokument in Draufsicht,

Fig. 2 den Markierungsbereich des Werdokuments nach Fig. 1 im Schnitt,

Fig. 3 Schnitte durch ein Sicherheitselement des Werdokuments nach Fig. 1 (schematisch),

Fig. 4, 5 jeweils ein elektrolumineszierendes Pigment im Schnitt,

Fig. 6 schematisch je ein Emissionsspektrum eines elektrolumineszierenden Pigments mit unbeschichteten (Fig. 6a) und beschichteten (Fig. 6b-6g) Pigmenten,

Fig. 7 Beispiele für elektrolumineszierende Pigmente im Schnitt, und

Fig. 8 einen Schnitt durch einen Teil eines Sicherheitselements während dessen Herstellung (schematisch).

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Das Werdokument 1 gemäß Figur 1, bei dem es sich beispielsweise um eine Banknote, eine Ausweiskarte, eine Chipkarte oder um ein beliebiges anderes gegen Fälschung oder Kopie gesichertes Sicherheitsdokument oder -erzeugnis handeln kann, umfasst als Grundelement einen Trägerkörper 2, der je nach Anwendungszweck des Werdokuments 1 aus Papier, aus Kunststoff, aus laminierten Kunststoffschichten oder aus anderem geeignet gewählten Material aufgebaut sein kann. Auf dem Trägerkörper 2 ist in einem Markierungsbereich 4 ein Sicherheitselement 6 aufgebracht. Das Sicherheitselement 6 und der von diesem abgedeckte Markierungsbereich 4 können nach beliebigen, auf den Anwendungszweck zugeschnittenen Kriterien dimensioniert und ausgestaltet sein und insbesondere zur optischen Wiedergabe eines Druckbildes, beispielsweise eines Zahlenwertes, ausgestaltet sein.

Das Sicherheitselement 6 dient in der Art eines Sicherheitsmerkmals zur Erkennung, ob das Werdokument 1 echt ist. Hierfür werden Verifikations- oder Authentifizierungsverfahren angewendet, die bestimmte chemische oder physikalische Eigenschaften des Sicherheitsmerkmals überprüfen und so erkennen, ob das Sicherheitsmerkmal den erwarteten Vorgaben entspricht.

Das Sicherheitselement 6 ist in besonderem Maße für eine automatisierte Auswertbarkeit seiner Sicherungsfunktion ausgestaltet. Dazu umfasst das Sicherheitselement 6, wie dies im Ausführungsbeispiel nach Figur 2 im Schnitt gezeigt ist, im Markierungsbereich 4 eine auf den Trägerkörper 2 aufgebrachte Markierungsschicht 8. Die Markierungsschicht 8 ist dabei zur Sicherstellung einer automatisierten Auswertbarkeit auf der Basis elektrolumineszierender Pigmente 10 aufgebaut. Dabei ist zur Authentifizierung oder Auswertung des Sicherheitselements 6 die berührungslose Einstrahlung elektromagnetischer Strahlung in die Markie-

1 rungsschicht 8 von einem geeignet gewählten Prüfgerät aus, wie dies beispiels-
2 weise in der DE 197 08 543 offenbart ist, vorgesehen. Die in die Markierungs-
3 schicht 8 eingestrahlte elektromagnetische Strahlung löst in den Pigmenten 10
4 Elektrolumineszenzerscheinungen aus, wobei die dabei generierte elektromag-
5 netische Antwortstrahlung durch einen geeigneten Sensor erfasst und automati-
6 siert ausgewertet werden kann.

7
8 Wie in Figur 3a dargestellt, kann die Markierungsschicht 8 durch ein drucktechni-
9 sches Verfahren, insbesondere mittels Siebdruck, Stichtiefdruck, Offsetdruck oder
10 Lettersetdruck, auf den Trägerkörper 2 aufgebracht sein. Dabei umfasst die Mar-
11 kierungsschicht 8 einerseits die elektrolumineszierenden Pigmente 10 und ande-
12 rerseits weitere Bestandteile der Druckfarbe, wie beispielsweise Farbpigmente
13 und/oder Farbbinder 12. Alternativ zum Druckverfahren kann dabei auch eine an-
14 dere Beschichtungstechnik, wie beispielsweise Lackieren, eingesetzt sein. Im
15 Ausführungsbeispiel nach Figur 3b besteht das Sicherheitselement hingegen aus
16 einem Substrat 14 und einer Beschichtung 16. Das Substrat 14 kann dabei ein
17 Papier-, ein Kunststoff- oder ein Verbundmaterial sein. Als Beschichtung 16
18 könnte in diesem Fall ein die elektrolumineszierenden Pigmente 10 umfassendes
19 Pulver oder auch ein Gemisch der in Figur 3a dargestellten Art verwendet werden.
20 Das Sicherheitselement 6 mit dem in Figur 3b gezeigten Aufbau kann mit dem
21 Werdokument 1 beispielsweise durch Kleben oder Laminieren verbunden wer-
22 den.

23
24 In einem weiteren Ausführungsbeispiel für die Herstellung des Sicherheitssele-
25 ments 6 oder des Werdokuments 1 kann ein die elektrolumineszierenden Pig-
26 mente 10 umfassendes Pulver mit Kunststoffteilchen oder Kunststoffvorläuferteil-
27 chen vermischt und zu einer Folie mittels Kalandrieren, Extrudieren oder Filmgie-
28 ßen verarbeitet werden. Die Folie kann dabei an sich bereits das Werdokument 1
29 oder das Sicherheitselement 6 darstellen oder mittels eines oder mehrerer Lami-
30 nier- oder Klebeschritte mit einem Träger verbunden werden.

Das Sicherheitselement 6 ist für die Einhaltung besonders hoher Sicherheitsstandards ausgelegt. Dazu ist sichergestellt, dass die elektrolumineszierenden Pigmente 10 des Sicherheitselements 6 ein besonders schmalbandiges Emissionsspektrum in Reaktion auf das eingestrahlte elektrische Wechselfeld aufweisen, so dass bei geeigneter Abstimmung des Prüfgeräts eine individualisierte Erkennung und Zuordnung einer spezifizierten Gruppe oder Sorte von elektrolumineszierenden Pigmenten 10 ermöglicht ist. Um dies zu gewährleisten, umfassen die elektrolumineszierenden Pigmente 10 jeweils einen in Figur 4 beispielhaft dargestellten Pigmentkern 20, der von seiner Oberfläche 22 begrenzt ist. Der Pigmentkern 20 besteht aus einem elektrolumineszierenden Material, das heißt aus einem Material, das bei Anlegen eines elektrischen Wechselfeldes elektromagnetische Strahlung aussendet. Typische elektrolumineszierende Materialien bestehen aus einem Wirtsgitter, einer II-VI-Verbindung, beispielsweise Zinksulfid (ZnS), Zinkselenid (ZnSe), Strontiumsulfid (SrS), Calciumsulfid (CaS) oder Cadmiumsulfid (CdS). Derartige Materialien weisen einen Aktivator auf, wobei dieser Aktivator als Dotierung im Wirtsgitter vorgesehen ist. Derartige Dotierungen können aus Kupfer (Cu), Gold (Au) oder Mangan (Mn) bestehen.

Des Weiteren weisen elektrolumineszierende Materialien Koaktivatoren auf, die ebenfalls Dotierungen des Wirtsgitters sind. Diese Dotierungen können zum einen als Halogenidionen (Chlorionen (Cl^-), Bromionen (Br^-) oder Jodionen (I^-)) oder als 3-wertige Kationen (Aluminiumionen (Al^{3+}), Galliumionen (Ga^{3+}), Indiumionen (In^{3+}), Europiumionen (Eu^{3+}), Promethiumionen (Pm^{3+}), Praseodymionen (Pr^{3+})) ausgebildet sein. Ein weitverbreitetes elektrolumineszierendes Material besteht beispielsweise aus einem Zinksulfid-Wirtsgitter mit einer Mangan- und Chlordotierung (ZnS: Mn, Cl) und weist bevorzugt ein kubisches Kristallgitter auf. Alternativ oder zusätzlich kann die Dotierung Silber (Ag), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni) und/oder ausgewählte Seltene Erden wie Thulium (Tm), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Gadolinium (Gd), Ytterbium (Yb), Samarium (Sm), Europium (Eu) umfassen.

Die von den elektrolumineszierenden Pigmentkernen 20 bei Anregung durch ein elektrisches Wechselfeld ausgesandte elektromagnetische Strahlung liegt in einem Wellenlängenbereich zwischen 200 nm bis 3 µm. Der mittlere Durchmesser (der sogenannte D-Index 50-Wert) derartiger Pigmentkerne 20 beträgt im Ausführungsbeispiel höchstens 30 µm, vorzugsweise weniger als 25 µm, besonders vorteilhafterweise etwa 1 µm bis 15 µm.

Um die gewünschten optischen Eigenschaften zu gewährleisten, ist zur Bildung der eigentlichen Pigmente 10 der jeweilige Pigmentkern 20 von einer zumindest einlagigen optisch aktiven Beschichtung 24 umgeben. Dabei erfolgt beispielsweise bei einer einlagigen Beschichtung eine wellenlängenselektive Transmission mittels einer nichtlinear absorbierenden Beschichtung durch gezielte Dotierung z.B. mit Metallionen (Fe^{3+} , Co^{3+} , Ni^{3+}). Im Ausführungsbeispiel nach Figur 5 ist dabei, um zusätzlich Interferenzeffekte gezielt zu nutzen, eine optisch aktive Beschichtung 24 aus drei Lagen 26, 28, 30 gezeigt. Es kann aber auch eine andere geeignet gewählte Anzahl von Beschichtungslagen, beispielsweise zwei oder auch mehr als drei, vorgesehen sein.

Die diese Beschichtung 24 bildenden Lagen 26, 28, 30 sind im Ausführungsbeispiel aus anorganischem Material ausgeführt. Sie können aber auch organische Materialien auf Polymerbasis, wie beispielsweise PET und/oder PMMA sein. Als anorganisches Material kommen Metalle, insbesondere Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Wolfram (W), Vanadium (V) oder Niob (Nb) in Betracht. Metalloxid-Schichten sind vorzugsweise aus Siliziumdioxid (SiO_2), Siliziummonoxid (SiO), Titandioxid (TiO_2), Yttriumoxid (Y_2O_3) oder Zirkondioxid (ZrO_2) aufgebaut. Die Dicke einer derartigen Lage 26, 28, 30 sollte höchstens 1 µm betragen, vorzugsweise aber 50 bis 200 nm.

Die optisch aktive Beschichtung 24 ist auf dem jeweiligen Pigmentkern mit dem Ziel aufgebracht, durch gezielte Ausnutzung von Interferenzen das Emissionsspektrum des elektrolumineszierenden Materials des Pigmentkerns 20 geeignet zu modifizieren und insbesondere vergleichsweise schmalbandig zu machen.

Dafür sind die Lagen 26, 28, 30 der Beschichtung 24 des Ausführungsbeispiels derart gewählt, dass sich der Brechungsindex zwischen benachbarten Lagen 26, 28, 30 erheblich unterscheidet. In diesem Fall ist gewährleistet, dass das den Pigmentkern 20 bildende elektrolumineszierende Material bei Anregung durch ein elektrisches Wechselfeld eine elektromagnetische Strahlung aussendet, die dann die Beschichtung 24 Interferenzeffekten aussetzt. Die Lagen 26, 28, 30 sind im Hinblick auf die Schichtdicke und ihre jeweilige Brechzahl derart ausgebildet, dass die vom elektrolumineszierenden Material des Pigmentkerns 20 ausgesendete elektromagnetische Strahlung die Schichten nur in bestimmten, vorgegebenen Bereichen des Wellenlängenspektrums passiert. Dabei wird die folgende bekannte Gesetzmäßigkeit genutzt:

$$n \cdot d = m \cdot \frac{\lambda}{2}$$

oder

$$n \cdot d = m \cdot \frac{\lambda}{4},$$

je nachdem, ob in dem betreffenden Wellenbereich eine Verstärkung oder eine Auslöschung erreicht werden soll, wobei m eine ganze Zahl und λ die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung ist, die verstärkt oder ausgelöscht werden soll. Die Lagen 26, 28, 30 werden dann als sogenannten $\frac{\lambda}{2}$ - bzw. $\frac{\lambda}{4}$ -Schichten bezeichnet.

Durch die Verwendung einer derartigen Beschichtung 24 für die Pigmentkerne 20 lässt sich das Emissionsspektrum der Pigmentkerne 20 signifikant modifizieren, wie dies beispielhaft anhand der Spektren in den Figuren 6a bis 6g erläutert ist. Während, wie in Figur 6a qualitativ in Form eines Intensitäts(I)-Wellenlängen(λ)-Spektrums für einen nicht beschichteten Pigmentkern 20 dargestellt, das elektrolumineszierende Material ein vergleichsweise breitbandiges Emissionsspektrum mit einem Maximum bei einer Wellenlänge λ_0 aufweist, lässt sich die Breite dieses Spektrums durch die Beschichtung 24 signifikant reduzieren. Ein Beispiel hierfür

1 ist in Figur 6b anhand eines weiteren Intensitäts(I)-Wellenlängen(λ)-Spektrums
2 dargestellt. Dieses für aus mit einer Beschichtung 24 versehenen Pigmentkernen
3 20 gebildeten elektrolumineszierenden Pigmenten 10 charakteristische Spektrum
4 weist eine deutlich geringere Bandbreite $\Delta\lambda$ im Vergleich zum in Figur 6a gezeig-
5 ten Spektrum auf. Bei dem in den Figuren 6b und 6c gezeigten Ausführungsbei-
6 spielen ist die Beschichtung 24 dabei derart gewählt, dass sowohl für Wellenlän-
7 gen unterhalb der Wellenlänge λ_0 (bzw. λ_0 und λ_1) als auch für Wellenlängen
8 oberhalb der Wellenlänge λ_0 (bzw. λ_0 und λ_1) eine Filterung oder Abschwächung
9 der emittierten Strahlung vorgenommen wird, so dass in diesem Fall die Be-
10 schichtung 24 in der Art eines Bandfilters wirkt und ein Maximum erzielt wird (Fi-
11 gur 6b) oder mehrere Maxima, z.B. zwei Maxima (Figur 6c), erzielt werden. Je
12 nach gewünschter Vorgabe an das Spektrum der elektrolumineszierenden Pig-
13 mente 10 kann die Beschichtung 24 aber auch in der Art eines oberen Kanten-
14 filters (Figur 6d), der insbesondere die emittierte Strahlung einer Wellenlänge von
15 mehr als der Wellenlänge λ_0 abschwächt, oder in der Art eines unteren Kan-
16 tenfilters (Figur 6e), der insbesondere Strahlung einer Wellenlänge von weniger
17 als der Wellenlänge λ_0 abschwächt, ausgestaltet sein. Des Weiteren kann durch
18 entsprechende Vorgaben auch ein zusätzliches Maximum (Figur 6f) erzeugt wer-
19 den oder ein Maximum im Emissionsspektrum verschoben werden, wie in Figur 6g
20 durch den Doppelpfeil angedeutet.

21
22 Um bei den gewählten Materialien, insbesondere im Hinblick auf die metallischen
23 Komponenten in der Beschichtung 24, die vollständige Abschirmung der Pigment-
24 kerne 20 vom aufgeprägten elektrischen Wechselfeld in Folge des Faraday-Ef-
25 fekts zu vermeiden, ist in den Ausführungsbeispielen nach Figur 7 die Beschich-
26 tung 24 derart auf den jeweiligen Pigmentkern 20 aufgebracht, dass sie dessen
27 Oberfläche 22 lediglich teilweise bedeckt. Um dies zu gewährleisten, kann bei der
28 Herstellung des Wertdokuments 1 ein Verfahren angewendet werden, für das ein
29 Zwischenprodukt in Figur 8 dargestellt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel für die
30 Herstellung des Sicherheitselements 6, ist für das Sicherheitselement 6 ein Sub-
31 strat 14 vorgesehen. Auf das Substrat 14 wird ein Harz 32 aufgetragen, wobei das
32 Harz 32 nach dem Auftragen oder bereits vor oder während des Auftragens durch

1 Wärmeeintrag erweicht wird. Anschließend werden Pigmentkerne 20 aus einem
2 elektrolumineszierenden Material auf die Oberfläche des Harzes 32 aufgestreut.
3 Bevorzugtermaßen erfolgt dies durch ein Sieb hindurch, so dass eine besonders
4 gleichmäßige Verteilung der Pigmentkerne 20 gewährleistet ist. Die Erweichung
5 des Harzes 32 wird dabei in einer Stärke gestaltet, dass die Pigmentkerne 20
6 nicht vollständig in das Harz 32 einsinken, sondern dass fast alle Kerne mit einem
7 Teil ihrer Oberfläche aus dem Harz 32 hinausragen. Anschließend wird dann bei-
8 spielsweise mittels PVD- oder CVD-Verfahren eine Beschichtung vorgenommen,
9 so dass die Pigmentkerne 20 lediglich teilweise beschichtet werden.

10
11 Alternativ kann aber auch vorgesehen sein, die Pigmente 10 in einem ersten Ar-
12 beitsschritt mit einer vollständigen Beschichtung 24, wie in Figur 5 gezeigt, herzu-
13 stellen. Die Beschichtung der Pigmentkerne 20 mit der Beschichtung 24 kann da-
14 bei insbesondere mittels Physical Vapor Deposition (PVD), Chemical Vapor De-
15 position (CVD) oder eines Sol-Gel-Prozesses erfolgen. Um ausgehend von derar-
16 tig vorbereiteten Pigmenten 10 eine lediglich teilweise beschichtete Oberfläche 22
17 der Pigmente 20 zu gewährleisten, wird dem Beschichtungsschritt ein Mahlvor-
18 gang nachgeschaltet. Durch das Mahlen wird von dem zunächst vollständig be-
19 schichteten Pigmentkern 20 ein Teil der Beschichtung weggebrochen. Der Mahl-
20 vorgang wird dabei beispielsweise in einer Kugelmühle durchgeführt, wobei dem
21 Pulver vor oder während des Mahlens ein Mahlhilfsmittel zugefügt wird. Als Mahl-
22 hilfsmittel kann dabei Acetylcholin ($[N(CH_3)_3(C_2H_5O)]^+COO^-$), Öl oder eine wäss-
23 rige Suspension vorgesehen sein.

24
25 Alternativ kann der Mahlvorgang aber auch im Rahmen der Herstellung einer
26 Druckfarbe erfolgen, so dass der insgesamt erforderliche Herstellungsaufwand
27 besonders gering gehalten ist. Dazu werden die elektrolumineszierenden Pig-
28 mente 10 einer Druckfarbe beigefügt, mit der dann das Wertdokument 1 zur Her-
29 stellung des Sicherheitselements 6 und dessen Markierungsschicht 8 bedruckt
30 werden kann. Die Farbe, die sich im Allgemeinen aus Binder und Farbpigmenten
31 zusammensetzt, enthält in diesem Fall zusätzlich die elektrolumineszierenden
32 Pigmente 10 mit der vollständigen optisch aktiven Beschichtung 24. Wird die Far-

1 be nun in einen, wie bei der Farbherstellung im Allgemeinen üblich, Dreiwalzen-
2 farbstuhl gegeben und der Abstand der Walzenoberfläche der Walzen des Drei-
3 walzenfarbstuhls derart eingestellt, dass der Abstand etwas kleiner ist oder höch-
4 stens dem mittleren Durchmesser der Pulverteilchen entspricht, dann werden
5 auch hier die Pulverteilchen-Kerne mit der vollständigen Beschichtung einem
6 Mahlvorgang unterzogen, so dass im Anschluss ein Gemisch aus Farbe und elek-
7 trolumineszierenden Pigmenten 10 vorliegt, deren Pigmentkerne 20 auf ihrer
8 Oberfläche 22 lediglich teilweise beschichtet sind.

9
10 Die Mahlzeit in der Kugelmühle oder der Mahlvorgang im Dreiwalzenfarbstuhl be-
11 tragen vorzugsweise 30 Minuten bis 2 Stunden. Nach diesem Zeitraum ist eine
12 ausreichende Homogenisierung erreicht, wobei eine Zerstörung des Pigmentkerns
13 20 durch das Mahlen sicher vermieden ist.

Zusammenfassung

Ein Wertdokument (1) mit mindestens einem Sicherheitselement (6), das in einem Markierungsbereich (4) eine auf einen Trägerkörper (2) aufgebrachte, elektrolumineszierende Pigmente (10) umfassende Markierungsschicht (8) umfasst, soll für die Einhaltung besonders hoher Sicherheitsstandards auch bei der Verwendung automatisierter Auswerteverfahren geeignet sein. Dazu umfassen die elektrolumineszierenden Pigmente (19) erfindungsgemäß jeweils einen aus elektrolumineszierendem Material gebildeten Pigmentkern (20), der von einer optisch aktiven Beschichtung (24) umgeben ist.



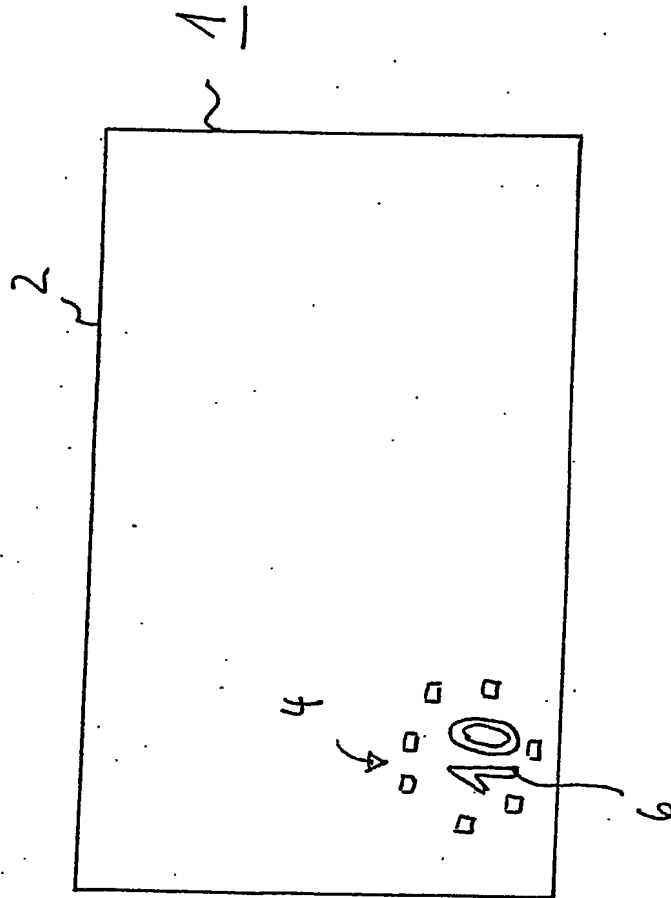
Fig. 5

Bezugszeichenliste

1	Wärtdokument
2	Trägerkörper
4	Markierungsbereich
6	Sicherheitselement
8	Markierungsschicht
10	elektrolumineszierende Pigmente
12	Pfeil
14	Elektroden
16	Beschichtung
20	Pigmentkern
22	Oberfläche
24	optisch aktive Beschichtung
26, 28, 30	Lagen
32	Harz

I	Intensität
$\lambda, \lambda_0, \lambda_1$	Wellenlänge
$\Delta\lambda$	Bandbreite

Fig. 1



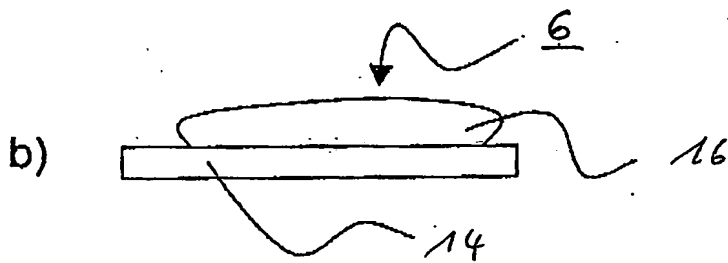
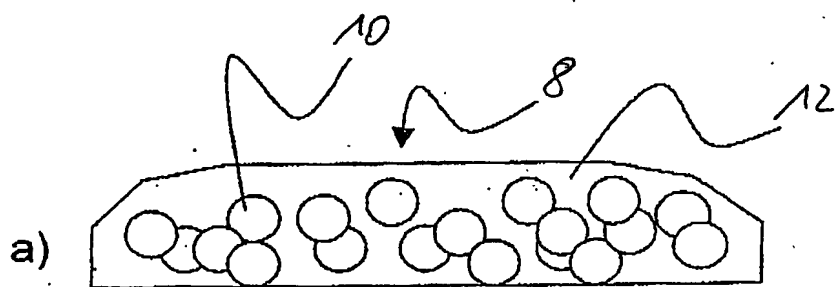
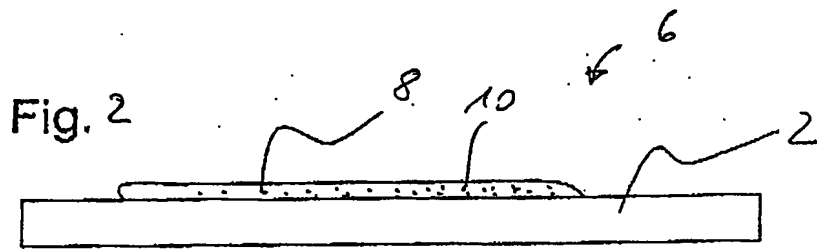
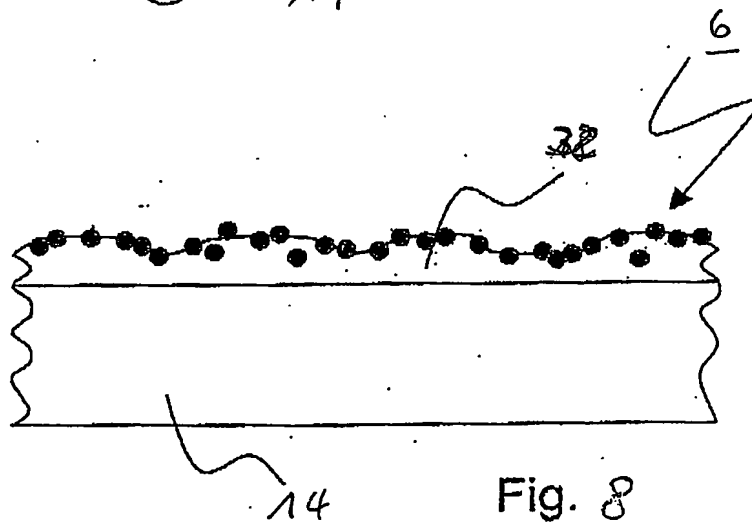


Fig. 3



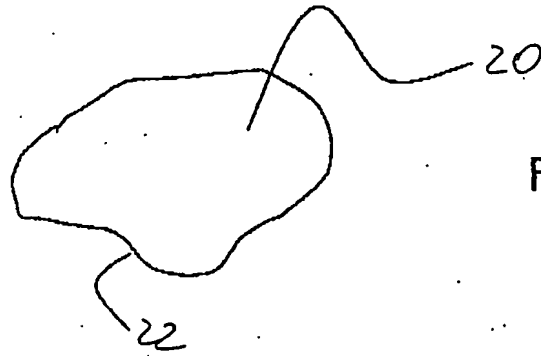


Fig. 4

Fig. 5

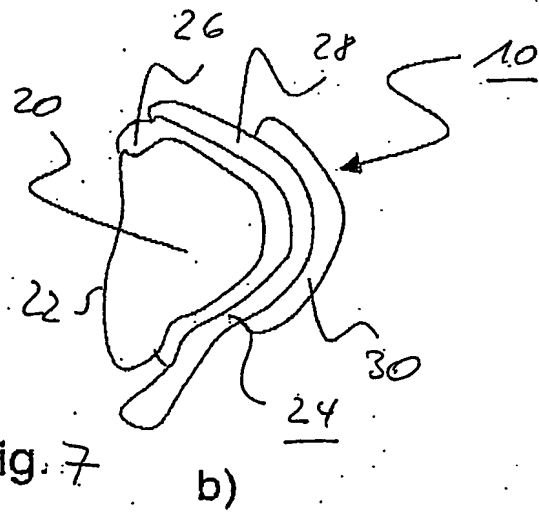
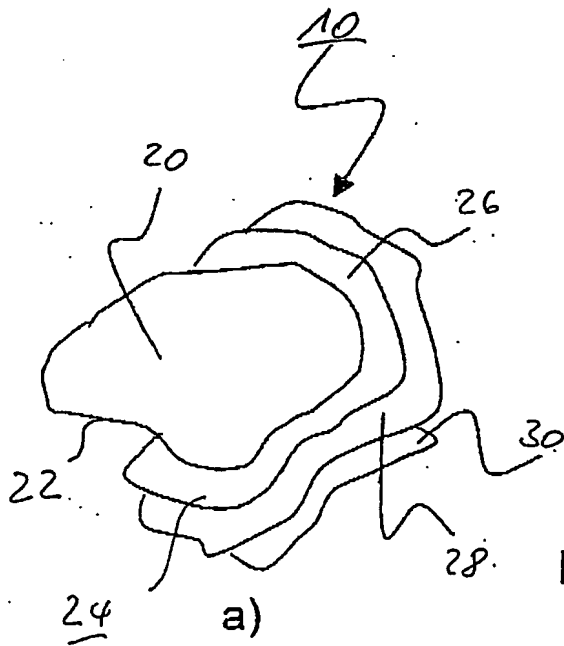
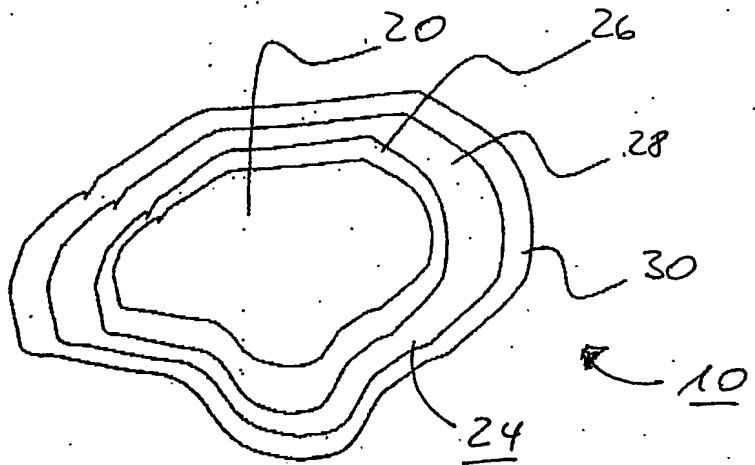


Fig. 7

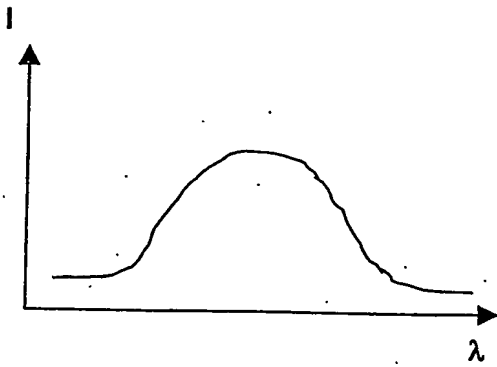


Fig. 6a

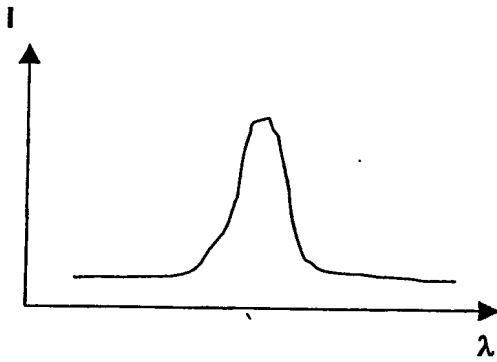


Fig. 6b

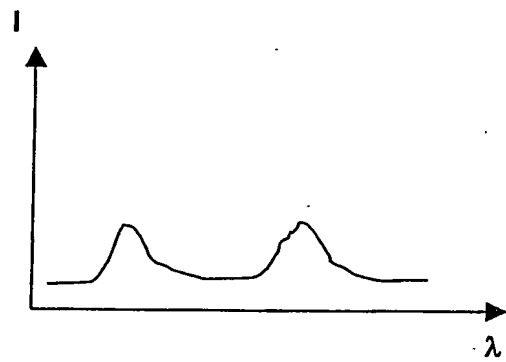


Fig. 6c

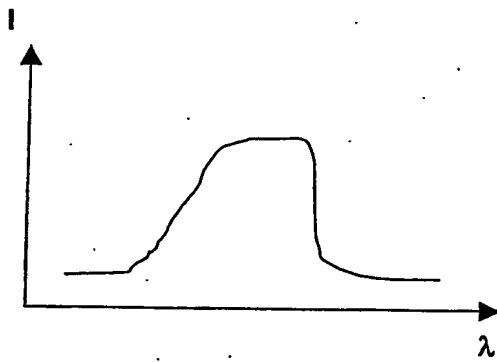


Fig. 6d

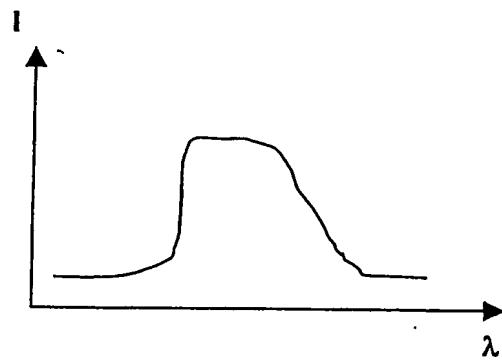


Fig. 6e

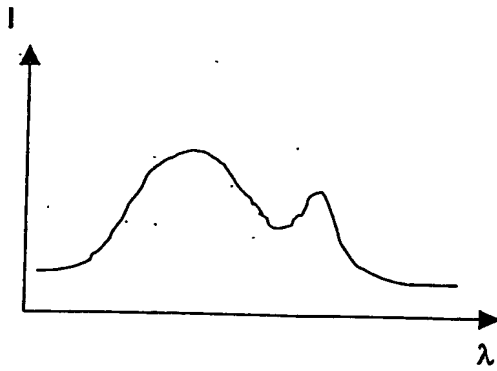


Fig. 6f

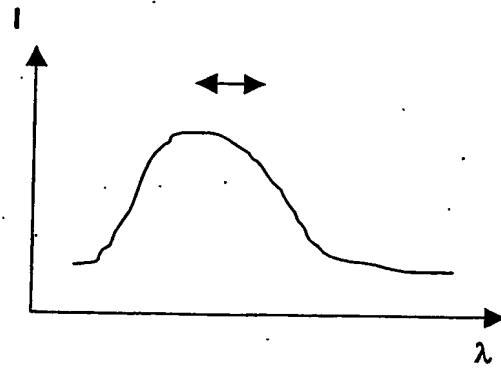


Fig. 6g

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.